

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria de Tecnologies Industrials

Ús docent de la correlació digital de imatge (DIC) per a l'anàlisi experimental de deformacions.

ANNEXOS

Autor: Silvia Peris i Adriana Xifra
Director: Miquel Ferrer Ballester
Codirector: Josep Maria Pons Poblet
Convocatòria: Gener de 2019



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Sumari

ANNEX 1	3
A1.1. Utillatge de laboratori	3
A1.2. Disparador automàtic	6
ANNEX 2	8
A2.1. Assaig a flexió pura amb proveta de fusta amb baixa densitat de punts.....	8
A2.2. Assaig proveta de fusta en les condicions òptimes (2).....	10
A2.3. Assaig a flexió pura amb una proveta de fusta amb 2 punts de força.....	13
A2.4. Assaig a flexió pura amb proveta de fusta amb nusos	15
A2.5. Assaig a flexió pura amb una proveta de metacrilat amb 2 punts de força	18
A2.6. Assaig a flexió pura amb una proveta de metacrilat amb 1 punt de força..	21

ANNEX 1. MATERIAL

A1.1. Utillatge de laboratori



Figura A1.1. Màquina d'assajos INSTRON.



Figura A1.2. Utillatge d'aplicació de la càrrega 1 punt de força.

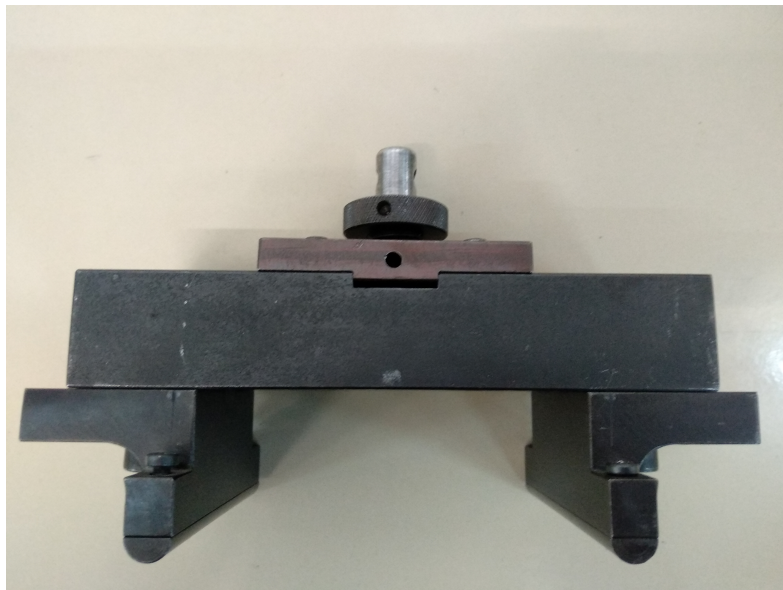


Figura A1.3. Utilitatge d'aplicació de la càrrega 2 punts de força.



Figura A1.4. Material utilitzat a l'assaig.



Figura A1.5. Material utilitzat a l'assaig.



Figura A1.6. Material utilitzat a l'assaig.



Figura A1.7. Material utilitzat a l'assaig.

A1.2. Disparador automàtic



Figura A1.8. Disparador automàtic.

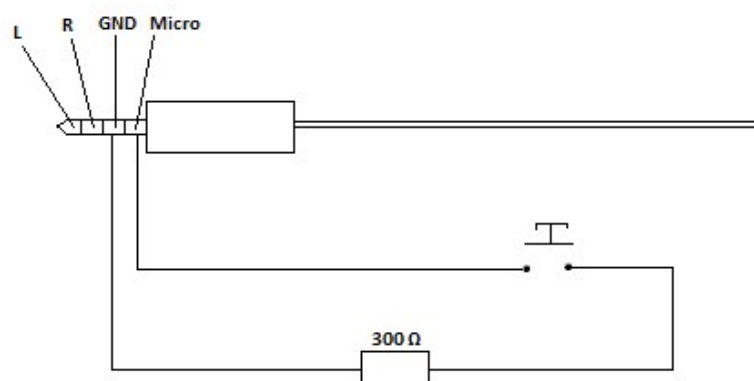


Figura A1.9. Esquema simple d'un disparador automàtic.

ANNEX 2. ASSAJOS

A2.1. Assaig a flexió pura amb una proveta de fusta amb baixa densitat de punts

El pintat de la proveta no és uniforme, la zona inferior està menys pintada que la superior. Per altra banda, la distància càmera proveta no és l'adequada i la càmera no està situada paral·lelament a la proveta ni a la mateixa altura.

Tipus de material: Fusta de pi

Mesures: 20x20x220 mm

Tipus de pintura: Esprai de pintura blau fosc

Il·luminació: 2 Focus LED

Format de les imatges: JPG

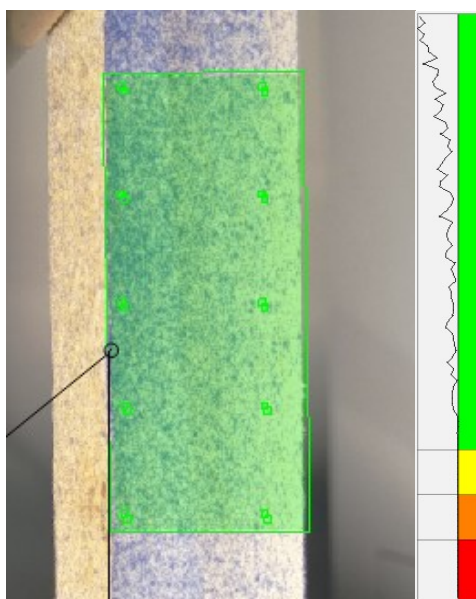


Figura A2.10. Matriu escollida per a l'estudi de resultats i escala de qualitat de la matriu.

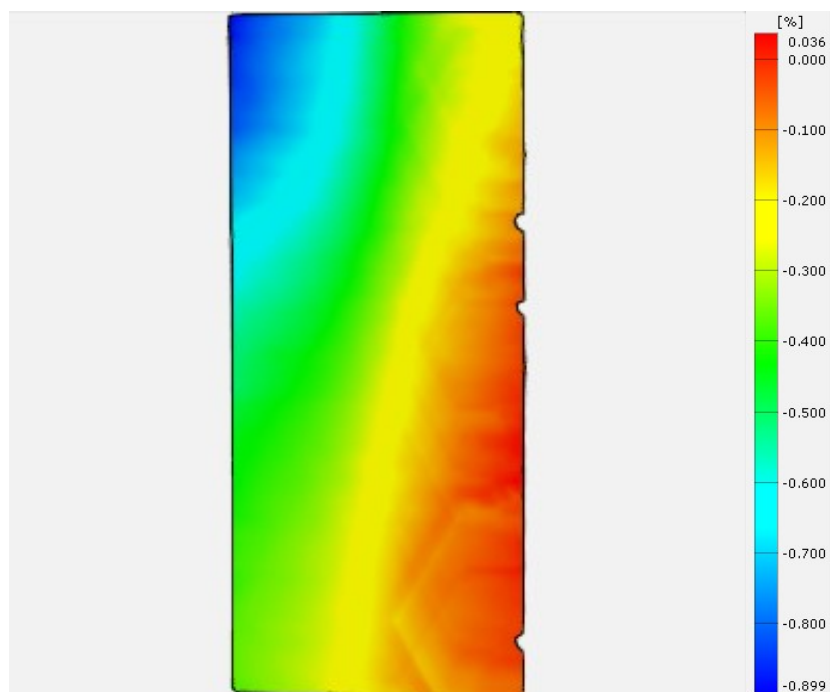


Figura A2.11. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1015 N.

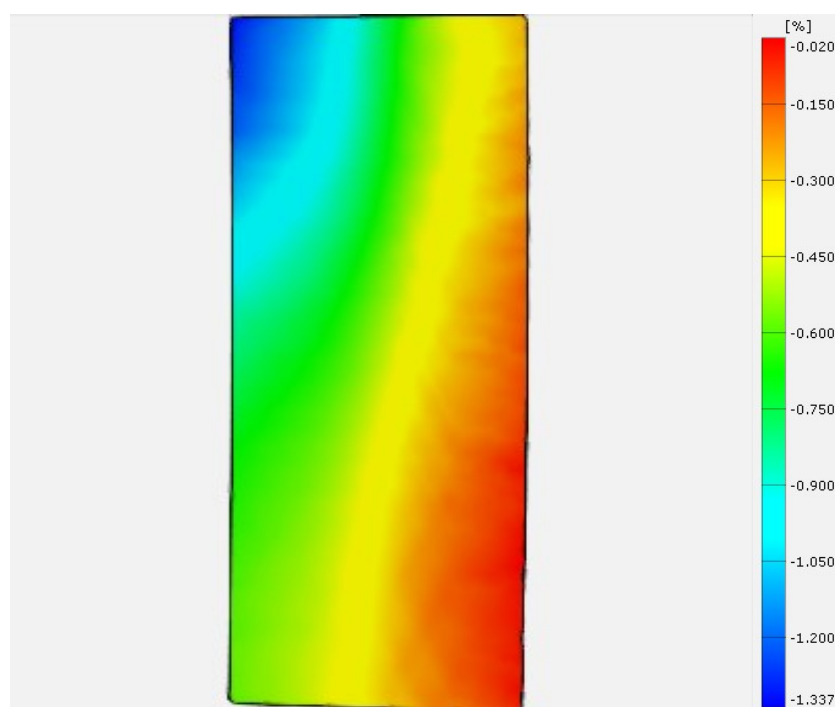


Figura A2.12. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1409 N.

Conclusions

La càmera de mòbil ha d'estar vertical i paral·lelament a la proveta, per evitar que el punt de visió de la proveta variï molt al llarg de l'assaig.

És important un pintat constant al llarg de tota la zona d'estudi.

A2.2. Assaig proveta de fusta en les condicions òptimes (2)

Es repeteix l'assaig que millors resultats ha donat, i per tant amb les condicions que es consideren més òptimes, per a comprovar que els resultats tenen sentit i el comportament coincideix amb l'assaig realitzat a l'apartat 7.6.

Assaig

Tipus de material: Fusta de pi

Mesures: 18,84x19,76x220 mm

Tipus de pintura: esprai de pintura color blau fosc

Il·luminació: Focus de LEDs enfocant per la part dreta

Format de les imatges: JPG

Anàlisi amb el GOM Correlate

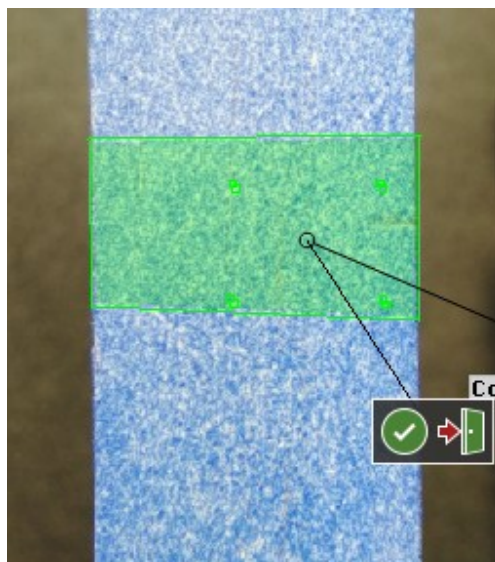


Figura A2.13. Matriu escollida per a l'estudi de resultats i escala de qualitat de la matriu.

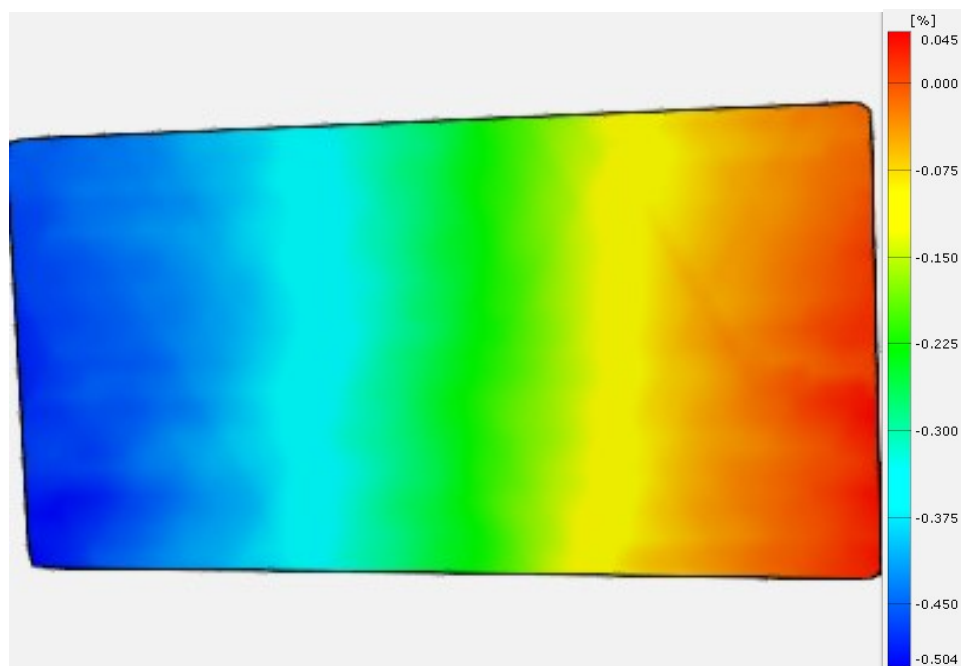


Figura A2.14. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1003 N.

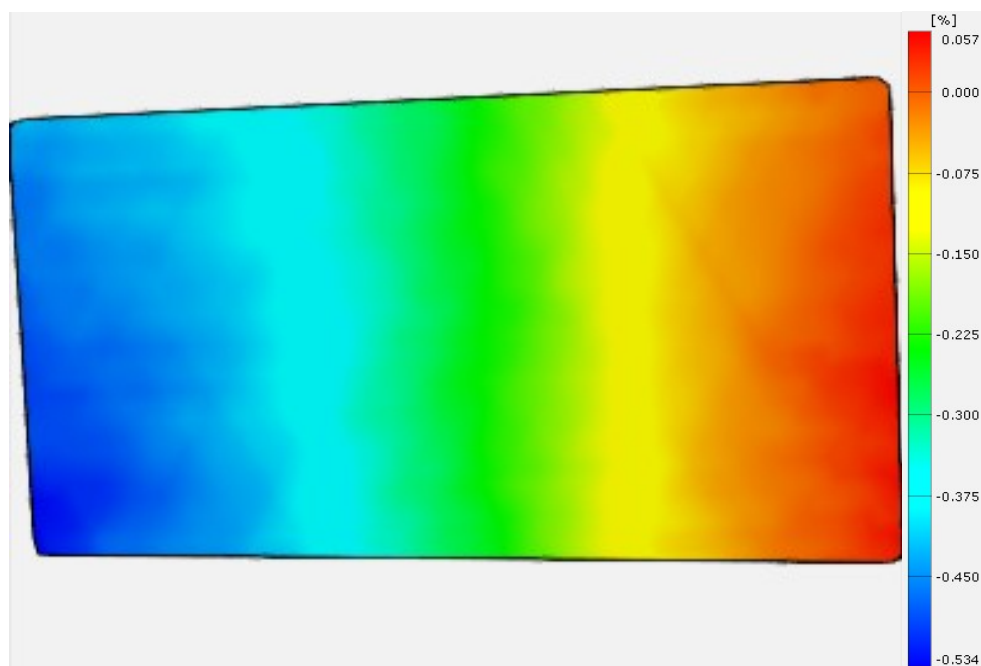


Figura A2.15. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1101 N.

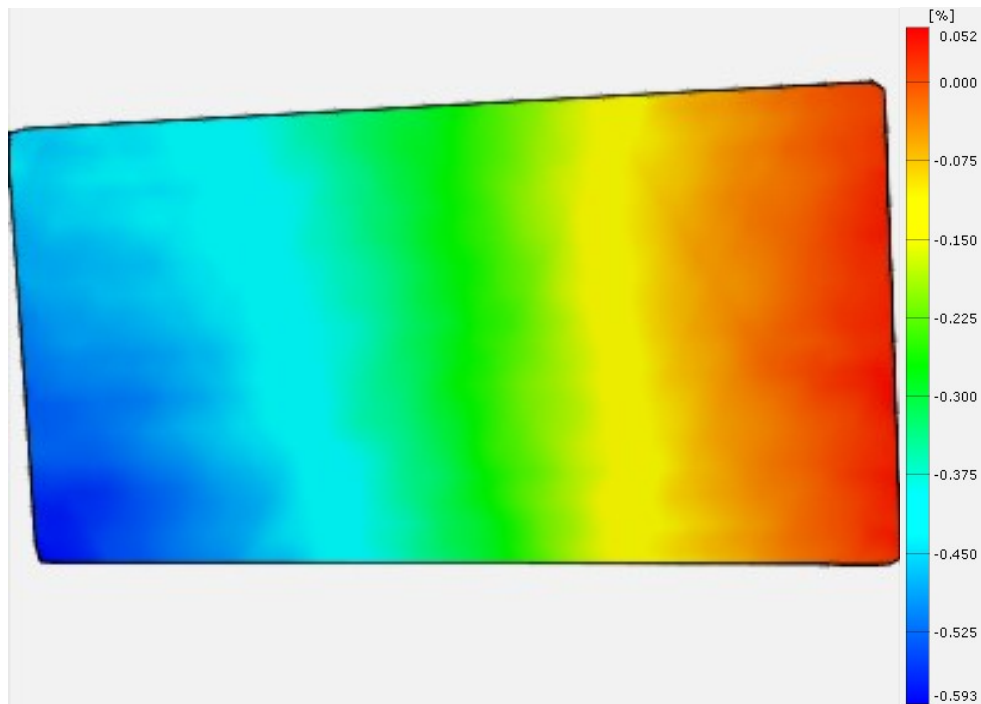


Figura A2.16. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1201 N.

La deformació a compressió de la proveta té sentit ja que va augmentant progressivament a mesura que augmenta la força aplicada. La deformació a tracció, augmenta i disminueix a mesura que augmenta la força (mateix comportament que el de l'assaig 7.6). Hi ha imatges on s'ha aplicat una força superior i la deformació disminueix. Això pot ser causat perquè al estar en zona de deformació plàstica es produeix ruptura de fibres a la part de baix de la proveta que és per on comença a trencar a tracció. També pot influir el fet de que la zona on la tracció és màxima deixa d'estar enfocada a mesura que la proveta baixa quan se li apliquen forces elevades i pot ser que no es detectin els punts amb claredat.

La distribució de deformacions és lineal i en la direcció corresponent, però l'eix neutre està més a baix del que hauria d'estar. El mòdul de Young de la fusta de pi pot arribar a ser a compressió la meitat que a tracció, per tant podria arribar a deformar el doble a compressió que a tracció però en aquest cas casi tota la proveta sofreix compressió, no es compleix la relació entre els mòduls de Young a tracció i compressió. Mitjançant el GOM s'estudia la capa superficial i pot ser que les fibres interiors tinguin un comportament diferent.

A2.3. Assaig a flexió pura d'una proveta de fusta amb 2 punts de força

Es realitza un assaig de comprovació de l'assaig explicat a l'apartat 7.9 mantenint constants tots els paràmetres.

Tipus de material: Fusta de pi

Mesures: 20x20x220 mm

Tipus de pintura: Esprai de pintura blau fosc

Il·luminació: Focus LED part esquerra de l'assaig

Format de les imatges: JPG

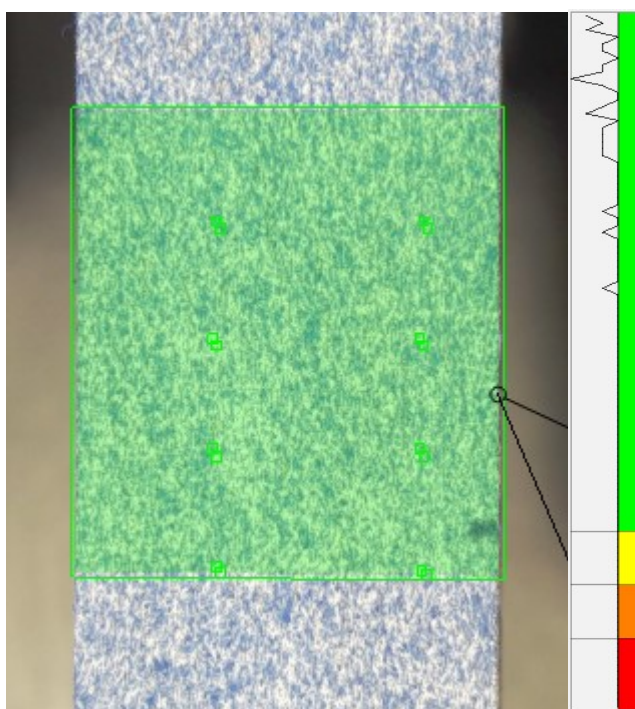


Figura A2.17. Matriu escollida per a l'estudi de resultats i escala de qualitat de la matriu.

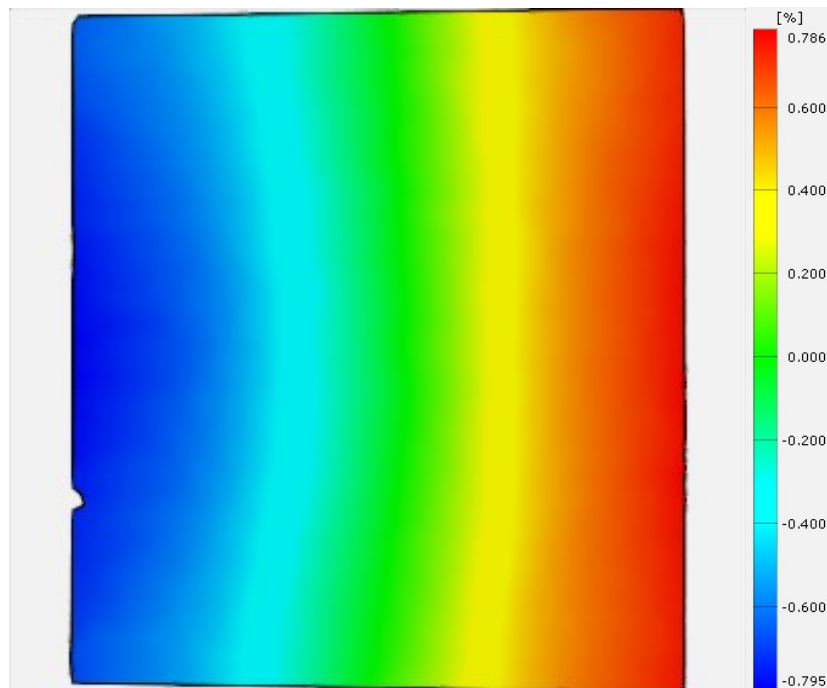


Figura A2.14. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1804 N.

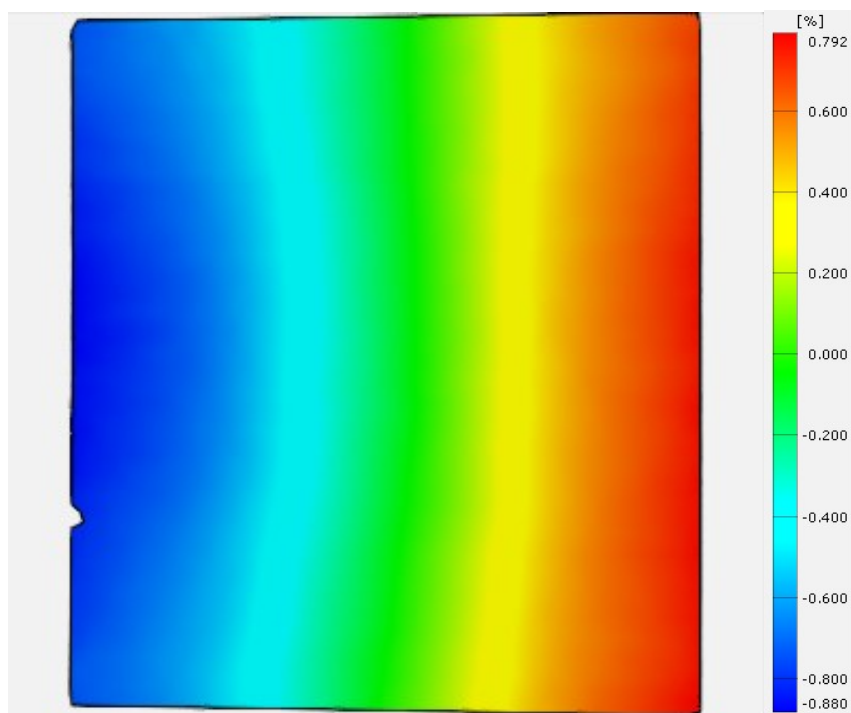


Figura A2.18. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1851 N.

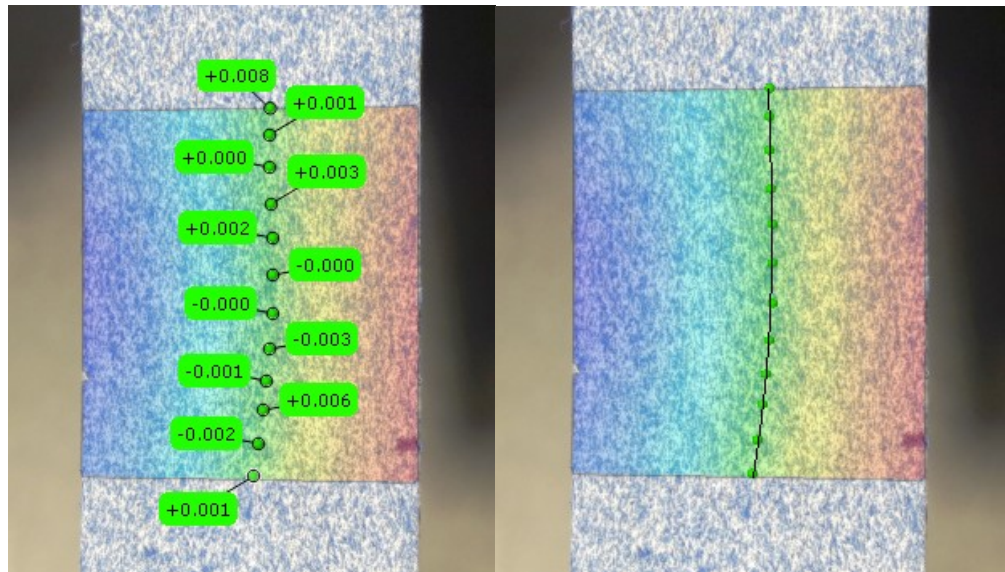


Figura A2.19. Representació de l'eix neutre per a l'estat de deformacions amb una força aplicada de 1851 N.

Conclusions

La distribució de tensions és quasi simètrica. El comportament es correspon amb el d'una proveta amb 2 punts de força aplicada (assaig 7.9).

A2.4. Assaig a flexió pura amb una proveta de fusta amb nusos

Es realitza un assaig amb una proveta de fusta de superfície imperfecte per estudiar com afecten aquestes imperfeccions (nusos, betes...) al anàlisi de les deformacions.

Tipus de material: Fusta de pi

Mesures: 20x20x220 mm

Tipus de pintura: Esprai de pintura blau fosc

Il·luminació: Focus LED per l'esquerra

Format de les imatges: JPG

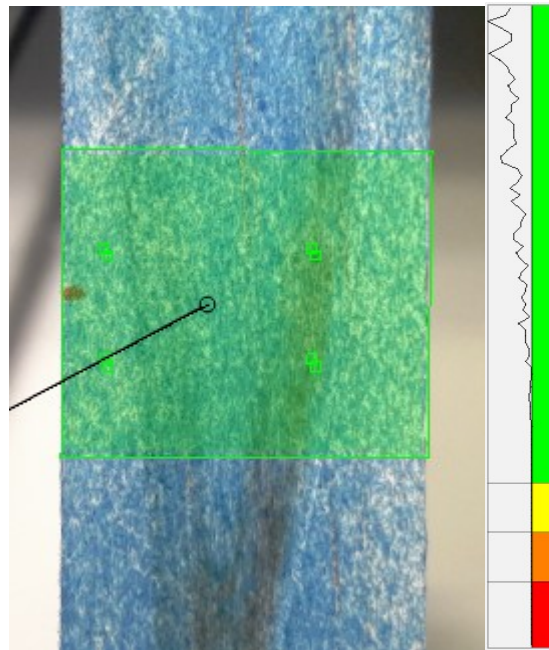


Figura A2.20. Matriu escollida per a l'estudi de resultats i escala de qualitat de la matriu.

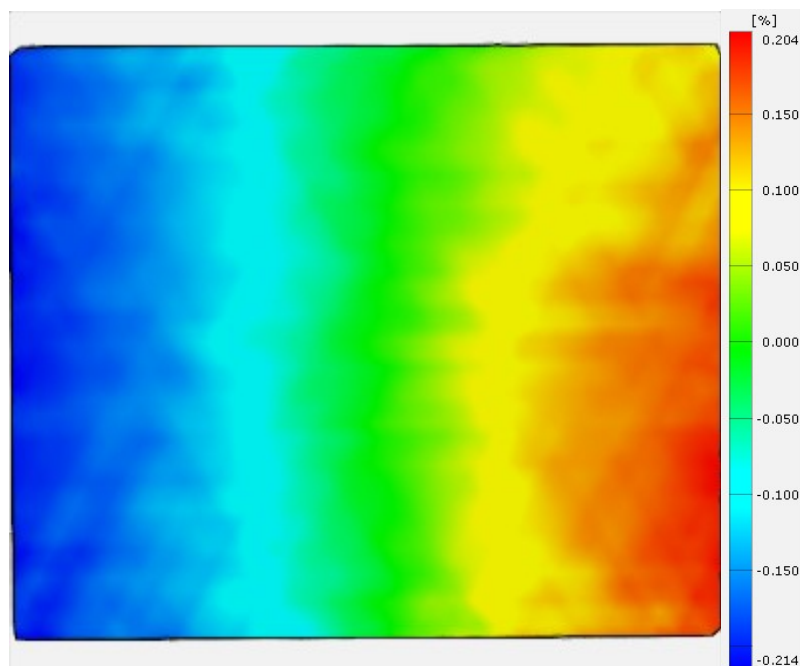


Figura A2.21. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1003 N.

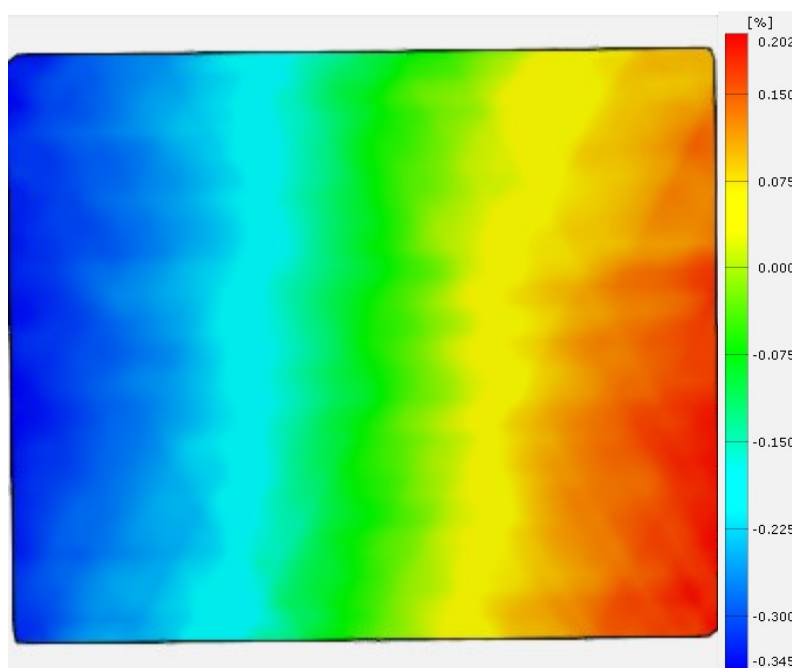


Figura A2.22. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1250 N.

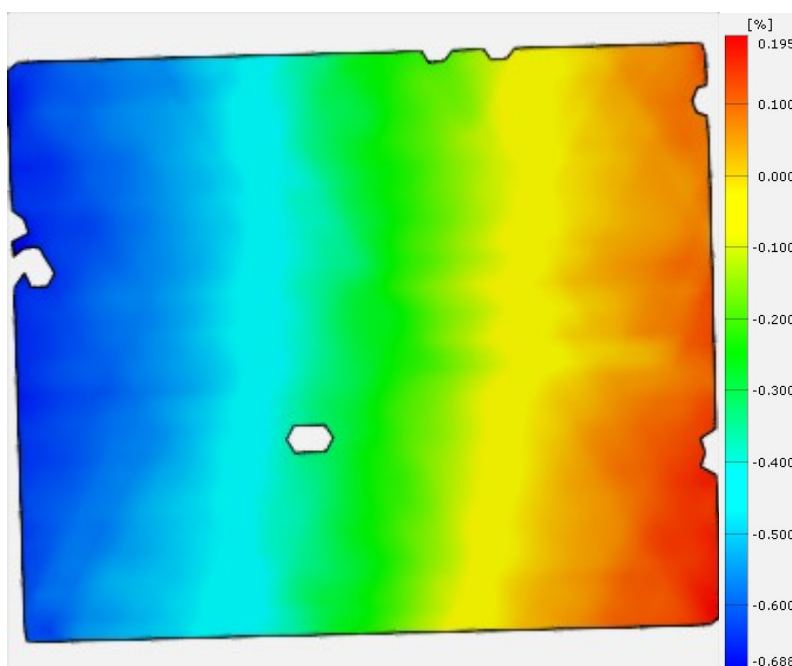


Figura A2.23. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1500 N.

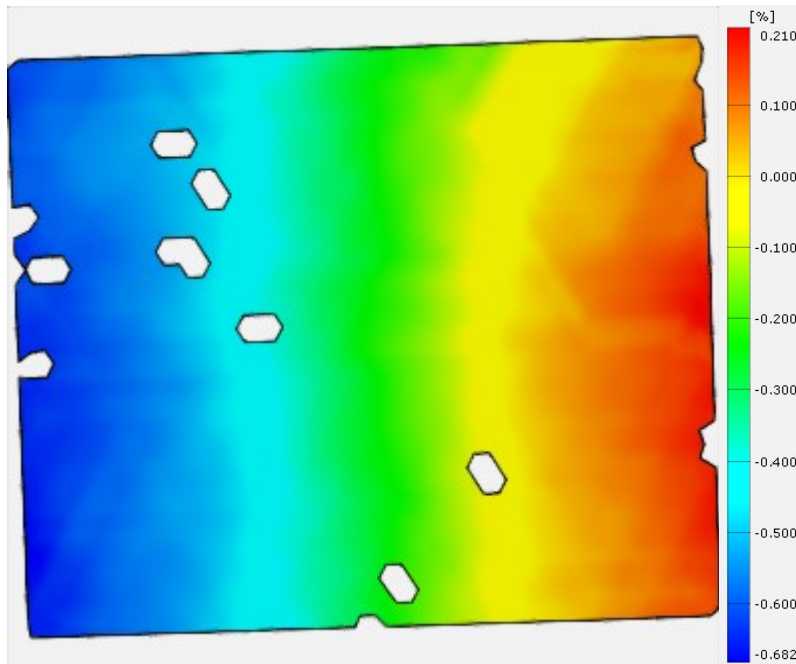


Figura A2.24. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1603 N.

Conclusions

- Les deformacions analitzades coincideixen amb les deformacions analitzades en assajos anteriors amb els mateixos paràmetres.
- Els nusos presents a la superfície no afecten a l'estudi així com els relleus en la superfície.

A2.5. Assaig a flexió pura amb una proveta de metacrilat amb 2 punts de força

Assaig de comprovació dels paràmetres escollits per a realitzar l'assaig 8.2.

Tipus de material: Metacrilat

Mesures: 8,75x19,74x220 mm

Tipus de pintura: Esprai de pintura blau fosc

Il·luminació: Focus LED, llum rebotada

Format de les imatges: JPG

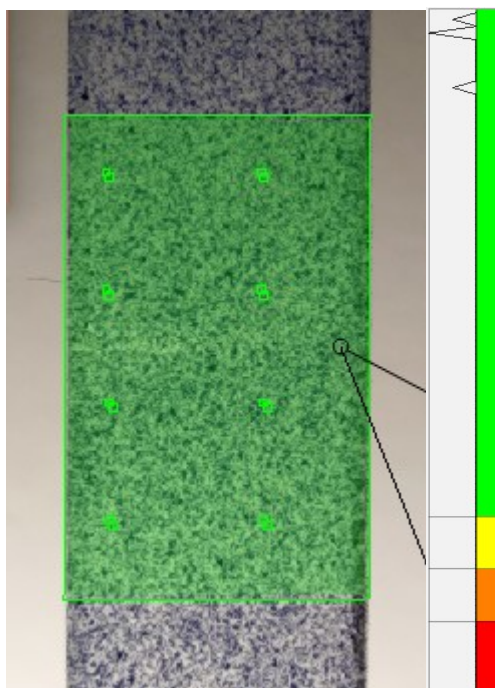


Figura A2.25. Matriu escollida per a l'estudi de resultats i escala de qualitat de la matriu.

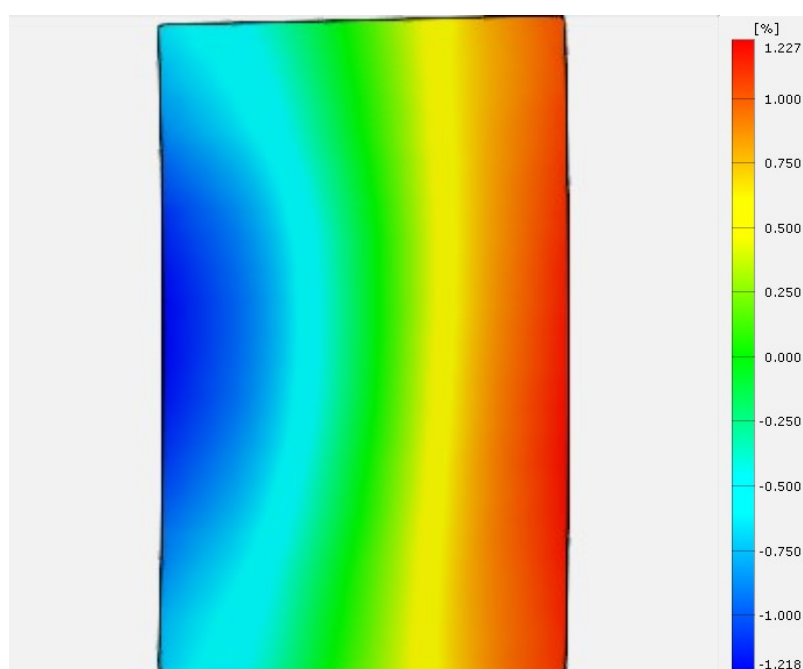


Figura A2.26. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1117 N.

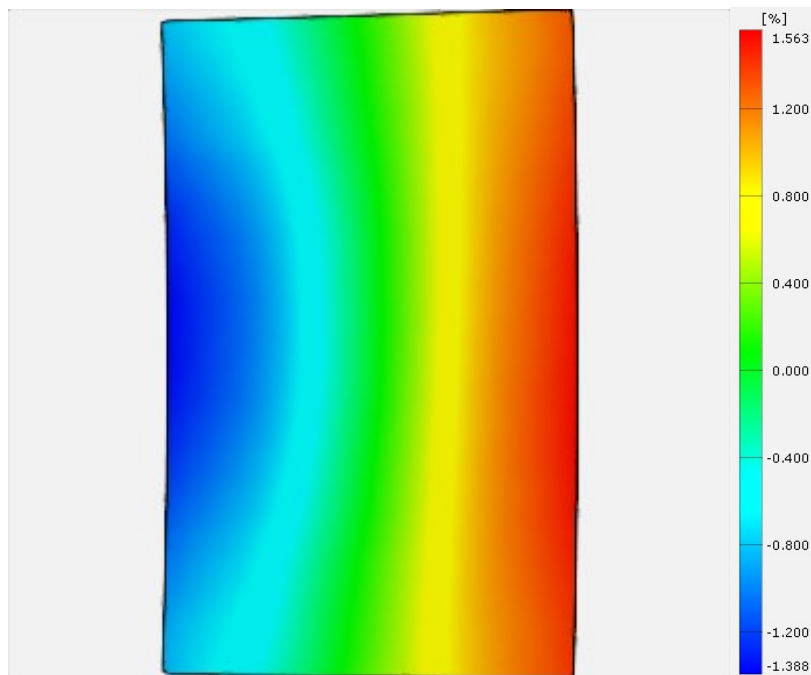


Figura A2.27. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1316 N.

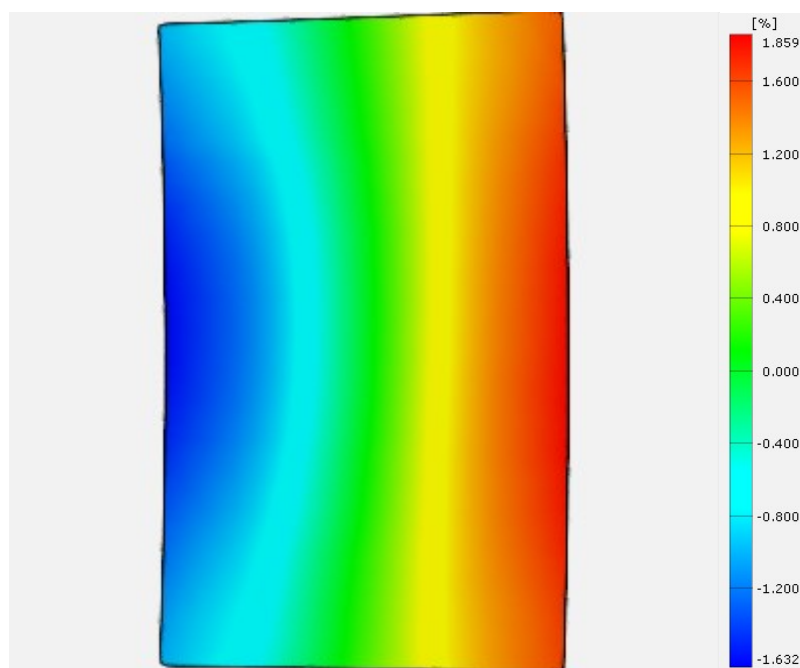


Figura A2.28. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 1503 N.

A2.5. Assaig a flexió pura amb una proveta de metacrilat amb 1 punt de força

Es realitza un assaig a flexió pura amb 1 punt d'aplicació de càrrega amb una proveta de metacrilat per estudiar el comportament d'aquesta.

Tipus de material: Metacrilat

Mesures: 5,72x19,46x220 mm

Tipus de pintura: Esprai de pintura blau fosc

Il·luminació: Focus LED per l'esquerra

Format de les imatges: JPG

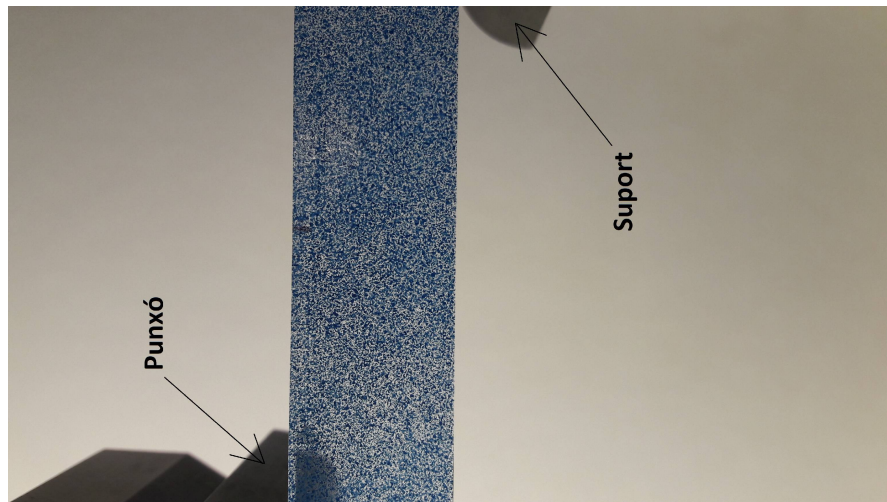


Figura A2.29. Proveta a assajar.

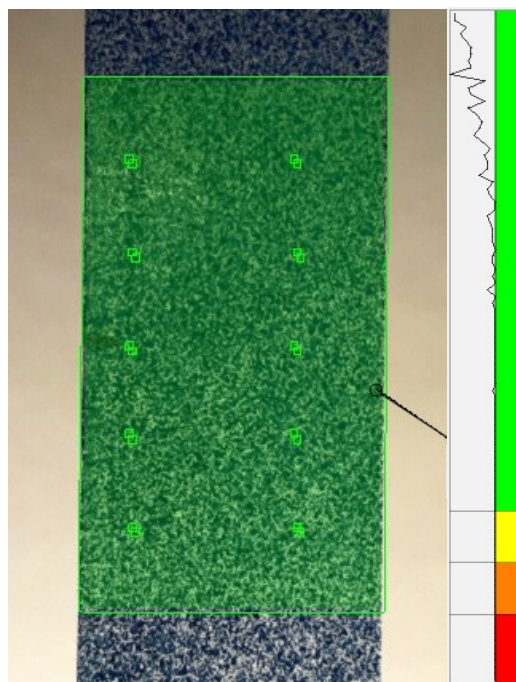


Figura A2.30. Matriu escollida per a l'estudi de resultats i escala de qualitat de la matriu.

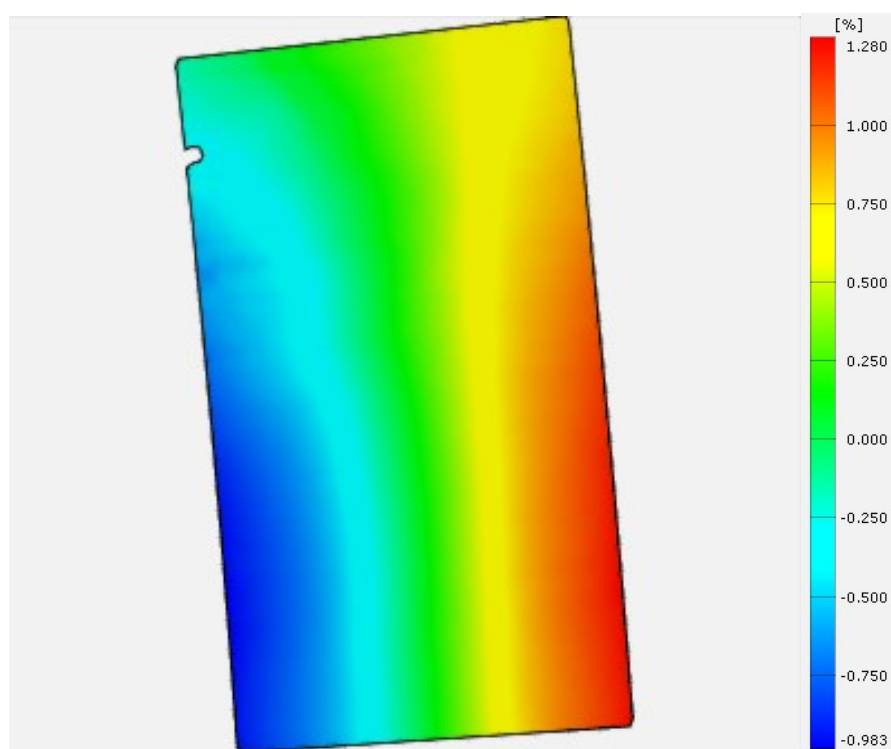


Figura A2.31. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 500 N.

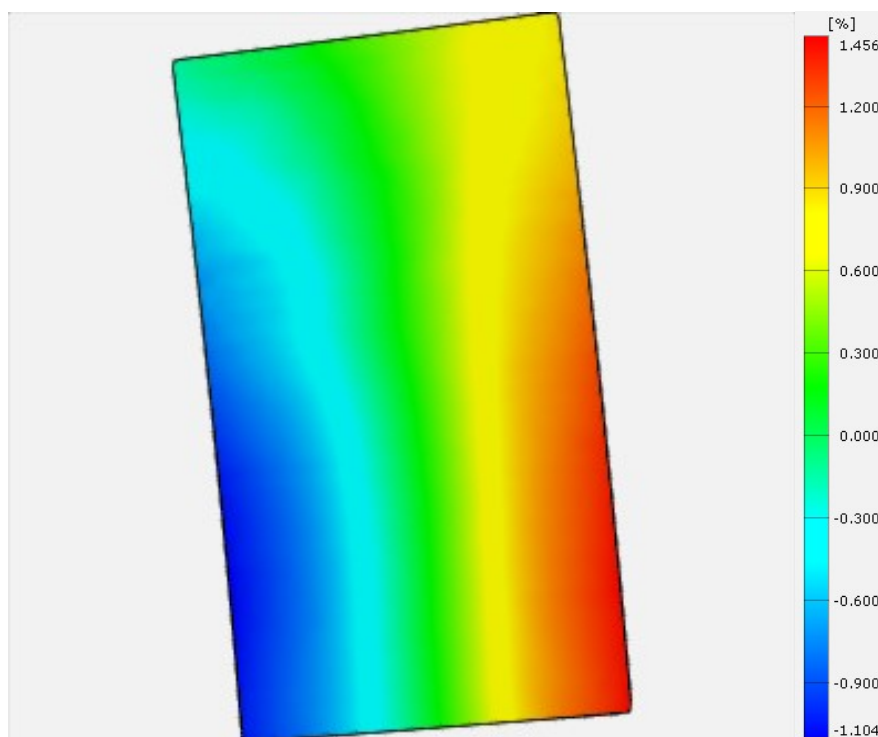


Figura A2.32. Estudi de les deformacions quan s'aplica una força de 550 N.

La zona de deformació màxima coincideix amb la zona de la matriu més pròxima al punxó, en canvi la part de la matriu amb deformacions mínimes que tendeixen a 0 es correspon amb la part de la matriu més pròxima al suport. Les deformacions a tracció i compressió són quasi simètriques.